

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(11) DE 3441054 A1

(51) Int. Cl. 3:

F04B 23/00

(21) Aktenzeichen: P 34 41 054.6
(22) Anmeldetag: 9. 11. 84
(23) Offenlegungstag: 15. 5. 85

Bekanntmachung

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

09.11.83 US 550 186

(71) Anmelder:

E.I. du Pont de Nemours and Co., Wilmington, Del.,
US

(74) Vertreter:

Abitz, W., Dipl.-Ing.Dr.-Ing.; Morf, D., Dr.;
Gritschneider, M., Dipl.-Phys.; Frhr. von
Wittgenstein, A., Dipl.-Chem. Dr.phil.nat., Pat.-Anw.,
8000 München

(72) Erfinder:

Simmons, Walter John, Martinsburg, W.Va., US

(54) Doppelleinheitenpumpe mit konstanter Durchflußleistung

Eine Doppelleinheitenpumpe, wie eine Rollmembran-Kolbenpumpe, die eine abreibend wirkende, hoch viskose Substanz mit breiartiger Konsistenz pumpen kann, ist derart beschaffen und ausgelegt, daß sie mit einer konstanten Durchflußleistung dadurch betreibbar ist, daß eine Einrichtung vorgesehen ist, die eine Druckdifferenz in den beiden Einheiten erfaßt und korrigiert, bevor die Einheiten vom Pumpenzyklus auf den Füllzyklus umgekehrt umgeschaltet werden. Der Flüssigkeitsstrom wird durch Ventile gesteuert, die eine solche Bauform haben, daß bei der Stromumschaltung zu und von den Einheiten im wesentlichen keine Volumenänderung in den Flüssigkeitseinlaß- und -auslaßleitungen auftritt.

DE 3441054 A1

DE 3441054 A1

W. Abitz
Dr.-Ing.

D.F. Morf
Dr. Dipl.-Chem.

M. Gritschneider
Dipl.-Phys.

A. Frhr. von Wittgenstein
Dt. Dipl.-Chem.

3441054

Abitz, Morf, Gritschneider, von Wittgenstein, Postfach 86 01 09, 8000 München 86

Postanschrift / Postal Address
Postfach 86 01 09
D - 8000 München 86

9. November 1984
PI 0380

E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY
Wilmington, Delaware / V.St.A.

Doppeleinheitenpumpe mit konstanter Durchflußleistung

Patentansprüche

1. Doppeleinheitenpumpe, bei der jede Einheit ein Gehäuse hat, das durch eine Dichtungseinrichtung in eine Arbeitsflüssigkeitskammer mit variablem Volumen und eine komplementäre Förderflüssigkeits-(Produkt)-kammer mit variablem Volumen unterteilt ist, bei der das Erzeugnis aus einer der Einheiten ausgetragen wird, während die andere Einheit mit dem Erzeugnis gefüllt wird, und bei der der Produktaustausch alternativ von der einen auf die andere Einheit umgeschaltet wird, gekennzeichnet durch:

(a) eine Einrichtung (C, D, E, F, G, H, L, M) zur Steuerung des Flusses der Flüssigkeiten zu den Kammern und von diesen weg derart, daß die

1

Förderflüssigkeit einem der Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b) zugeleitet wird und die Arbeitsflüssigkeit (WL) von dieser Einheit abgegeben wird (Füllzyklus), während die Arbeitsflüssigkeit (WL) der anderen Einheit zugeleitet und die Förderflüssigkeit (DL) von derselben (Ausgabezyklus) mit Geschwindigkeiten derart ausgegeben wird, daß der Füllzyklus in einem der Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b) beendet ist, bevor der Förderzyklus in der anderen Einheit (A, B) beendet ist, wobei die Stromregleinrichtung derart beschaffen und ausgelegt ist, daß sie derart betätigbar ist, daß alternierend der Strom der Förder- und Arbeitsflüssigkeiten (DL, WL) zu und von den Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) von dem einen zum anderen Gehäuse im wesentlichen ohne Volumenänderung in den flüssigkeitsdurchströmten Leitungen (19, 20, 15, 21, 23) umschaltbar ist,

(b) eine Ermittlungseinrichtung (P_1 , P_2 , 32) zum Erfassen einer Flüssigkeitsdruckdifferenz in den beiden Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) am Ende des Füllzyklus, und

(c) eine Einrichtung (29) zum Ausgleichen des Flüssigkeitsdrucks in den beiden Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b), wobei die Druckausgleichseinrichtung (1) in Abhängigkeit von der Ermittlung einer Druckdifferenz durch die Ermittlungseinrichtung (P_1 , P_2 , 32) aktivierbar ist und (2) derart beschaffen und ausgelegt ist, daß der Druckausgleich beendet ist, bevor die Flüssigkeitsstromregleinrichtungen (C bis N) aktiviert werden, um den Strom der Förder- und Arbeitsflüssigkeiten (DL, WL) zu und von den Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) von einem Gehäuse zum anderen umzuschalten.

35

1

2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungseinrichtung ein Kolben (3, 4, 8, 9) ist, der im Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b) gleitbeweglich angeordnet ist und eine Rollmembran (5, 10) aufweist, die am Umfang am Gehäuse und in der Mitte am Kolbenkopf (3, 8) derart angebracht ist, daß sie eine flexible, reibungslose Dichtung zwischen den Arbeits- und Förderflüssigkeiten (WL, DL) bildet.

10

3. Pumpe, gekennzeichnet durch:

- (a) zwei Pumpeneinheiten (A, B), die derart beschaffen sind, daß sie zusammenarbeiten, wobei jede Einheit (A, B) aufweist: (1) ein Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b), das derart beschaffen und ausgelegt ist, daß es eine Arbeitsflüssigkeit (WL) und eine zu pumpende Förderflüssigkeit (DL) (Erzeugnis) einschließt; (2) eine Dichtungseinrichtung (5, 10), die derart beschaffen und ausgelegt ist, daß sie das Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b) in eine Arbeitsflüssigkeitskammer mit variablem Volumen und eine komplementäre Förderflüssigkeitskammer mit variablem Volumen unterteilt; (3) Öffnungen (18, 19, 20) in dem Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b), um Arbeitsflüssigkeit (WL) zu der Arbeitsflüssigkeitskammer zu leiten, und Arbeitsflüssigkeit von derselben abzuleiten; und (4) Öffnungen (16, 17, 22, 23) dem Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b), um Förderflüssigkeit (DL) der Förderflüssigkeitskammer zuzuführen und von dieser abzuführen,
- (b) eine Haupt-Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung (18), die in Verbindung steht mit (1) einer Öffnung in jedem Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b), (2) einer Arbeits-

35

1

fluidquelle (24) und (3) einer Einrichtung (29) zum Transportieren der Arbeitsflüssigkeit (WL) von der Quelle (24) über die Haupteinlaßleitung (18) und in die Arbeitsflüssigkeitskammer mit einer konstanten Durchflußleistung bzw. einer konstanten Strömungsgeschwindigkeit,

10 (c) eine zweite Arbeitsfluid-Einlaßleitung (27), die in Verbindung steht mit: (1) einer Öffnung in jedem Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b), (2) einer Arbeitsfluidquelle (24) und (3) einer Einrichtung (29) zum Transportieren der Arbeitsflüssigkeit (WL) von der Quelle (24) über die zweite Einlaßleitung (27) und in die Arbeitsfluidkammer,

15 (d) eine Arbeitsfluidauslaßleitung (19, 20), die mit einer Öffnung in jedem Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b) in Verbindung steht,

20 (e) Förderflüssigkeits-Einlaß- und -Auslaßleitungen (15, 21), die mit Öffnungen (16, 17, 22, 23) in jedem Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b) in Verbindung stehen,

25 (f) eine Einrichtung (C bis H, L, M) den Arbeitsflüssigkeits- und Förderflüssigkeits-Einlaß- und -Auslaßleitungen (19, 21, 23) zum Regeln der Flüssigkeitsströme zu den Kammern und von den Kammern derart, daß die Förderflüssigkeit (DL) einem der Gehäuse zugeführt wird und die Arbeitsflüssigkeit (WL) von diesen abgegeben wird (Füllzyklus), während die Arbeitsflüssigkeit (WL) den anderen zugeleitet und die Förderflüssigkeit (DL) von dem anderen abgegeben wird (Förderzyklus), mit solchen Geschwindigkeiten, daß der Füllzyklus in einem Gehäuse (1a, 1b, 6a, 6b) be-

1

endet ist, bevor der Förderzyklus im anderen Gehäuse beendet ist, wobei die Flußregeleinrichtung (C bis H, L, M) derart beschaffen und ausgelegt ist, daß sie betätigbar ist, um alternierend den Strom der Förder- und Arbeitsflüssigkeiten (DL, WL) zu und von den Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) von einem Gehäuse zum anderen mit im wesentlichen keiner Volumenänderung in den Flüssigkeits-Einlaß- und -Auslaßleitungen (19, 20, 27) umzuschalten,

10

15

(g) eine Ermittlungseinrichtung (P_1 , P_2 , 32) in den Arbeitsfluideinlaßleitungen (18, 27), um eine Flüssigkeitsdruckdifferenz in den beiden Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) am Ende des Füllzyklus zu erfassen, und

20

25

(h) eine Einrichtung (29) zum Ausgleichen des Flüssigkeitsdruckes in den beiden Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b), die in Abhängigkeit von der Ermittlung einer Druckdifferenz durch die Ermittlungseinrichtung (P_1 , P_2 , 32) aktivierbar ist, wobei die Ausgleichseinrichtung (29) derart beschaffen und ausgelegt ist, daß der Druckausgleich beendet ist, bevor die Flüssigkeitsregel-einrichtungen (C bis H, L, M) aktiviert werden, um den Strom der Förder- und Arbeitsflüssigkeiten (WL, DL) zu und von den Gehäusen von einem Gehäuse zum anderen umzu-schalten.

30

35

4. Pumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Flußregeleinrichtung aufweist: (a) ein Paar von Ventilen (G, H) in der Haupt-Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung (18), die gestatten, daß der Arbeitsflüssigkeitsstrom zu den Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) durchgeht, wenn sie offen sind und dieser Strom im geschlossenen Zustand gesperrt wird; (b) ein Paar von Ventilen (L, M) in den Arbeitsfluidaus-

1

laßleitungen (19, 20), die derart beschaffen und ausgelegt sind, daß sie das Ausgeben der Arbeitsflüssigkeit (WL) von den Gehäusen zulassen, wenn sie offen sind und die Ausgabe der Flüssigkeit im geschlossenen Zustand stoppen; (c) ein Paar von Ventilen (C, D) in der Förderflüssigkeits-Einlaßleitung (15), die derart beschaffen und ausgelegt sind, daß sie den Strom der Förderflüssigkeit (DL) zu den Gehäusen durchlassen, wenn sie offen sind, und den Strom im geschlossenen Zustand sperren, und (d) ein Paar von Ventilen (E, F) in den Förderflüssigkeits-Auslaßleitungen (21), die derart beschaffen und ausgelegt sind, daß sie das Ausgeben der Förderflüssigkeit (DL) von den Gehäusen zulassen, wenn sie offen sind und diese Ausgabe im geschlossenen Zustand sperren, wobei die Ventile (G, L, C und E) den Strom zu und von den Einheiten (A, B) regeln, die Ventile (H, M, D und F) den Strom zu und von der anderen Einheit regeln, die Ventile (G und E) offen und die Ventile (L und C) während des Förderzyklus der Einheiten (A, B) geschlossen sind, während die Ventile (H und F) geschlossen sind und die Ventile (M und D) während des gleichzeitigen Füllzyklus der anderen Einheit (A, B) offen sind, und wobei das Öffnen und Schließen der Ventile umgekehrt ist, wenn das Arbeitsspiel von der einen Einheit (A, B) auf die andere (B, A) umgeschaltet wird.

20

5. Pumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung (27) mit einer Druckausgleichspumpe (29) und einem zugeordneten Ventil (I) in Verbindung steht, das öffnet, um die Arbeitsflüssigkeit (WL) von der Druckausgleichspumpe (29) in die zweite Einlaßleitung (27) einzuleiten, wenn eine Druckdifferenz in den

35

1

Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) durch die Ermittlungseinrichtung (P_1 , P_2 , 32) erfaßt worden ist, die den Haupt- und zweiten Arbeitsflüssigkeitsleitungen (18, 27) zugeordnet ist, und daß die zweite Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung (27) mit einem Paar von Ventilen (J, K) versehen ist, die derart beschaffen und ausgelegt sind, daß sie die Arbeitsflüssigkeit (WL) zu einem oder beiden Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) leitet, um die Drücke hierin auszugleichen, bevor der Förderzyklus von der einen Einheit (A, B) auf die andere umgeschaltet wird.

6. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
15 daß sie die folgenden Ventilbetätigungsweisen wiederholt ausführt:

(a) die Ventile (G, E, D und M) sind offen und die Ventile (H, F, C, L und I) sind geschlossen, wenn eine Einheit (A) fördert und die andere (B) sich füllt, wobei die Ventile (M und D) derart beschaffen und ausgelegt sind, daß sie schließen und die Druckausgleichspumpe (29) derart beschaffen und ausgelegt ist, daß sie am Ende des Füllzyklus in der Einheit (B) aktivierbar ist,

(b) das Ventil (I) ist offenbar und die Ventile (J und/oder K) arbeiten derart, daß sie die Arbeitsflüssigkeit (WL) zu dem Gehäuse oder den Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) leiten, wenn eine Druckdifferenz in den Haupt- und zweiten Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitungen (18, 27) zu diesem Zeitpunkt ermittelt wird,

(c) das Ventil (I) schließt sich und die Druckausgleichspumpe (29) wird abgeschaltet, wenn gleiche Drücke in den Haupt- und zweiten Arbeitsflüssigkeits-Einlaß-

1

leitungen (18, 27) ermittelt werden,

5

(d) der Austragszyklus in der Einheit (A) ist nunmehr vorüber und in Folge öffnen die Ventile (H und F), das Ventil (E) schließt, das Ventil (G) schließt, das Ventil (L) öffnet und das Ventil (C) öffnet, wobei die Einheiten (A, B) ihre Zyklen ohne eine Änderung der Strömungsgeschwindigkeit umgeschaltet haben,

10

(e) die Ventile (L und C) schließen und die Druckausgleichspumpe (29) ist aktivierbar, wenn der Füllzyklus in der Einheit (A) beendet ist,

15

(f) das Ventil (I) öffnet und die Ventile (J und/oder K) arbeiten derart, daß sie die Arbeitsflüssigkeit (WL) dem Gehäuse oder den Gehäusen (1a, 1b, 6a, 6b) zuleiten, wenn eine Druckdifferenz in den Haupt- und zweiten Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitungen (18, 27) zu diesem Zeitpunkt ermittelt wird,

20

(g) das Ventil (I) kann schließen und die Druckausgleichspumpe (29) wird abgeschaltet, wenn gleiche Drücke in den Haupt- und zweiten Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitungen (18, 27) ermittelt werden, und

25

(h) der Ausgabezyklus in der Einheit (B) ist nunmehr beendet und in Folge öffnen die Ventile (G und E), das Ventil (F) schließt, das Ventil (H) schließt, das Ventil (M) öffnet und das Ventil (D) öffnet, wobei die Einheiten (A, B) wiederum ihre Zyklen ohne eine Änderung der Strömungsgeschwindigkeit umschalten.

1

Doppeleinheitenpumpe mit konstanter Durchflußleistung

5

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf Pumpen und insbesondere auf Pumpen, die derart beschaffen und ausgelegt sind, daß sie hoch viskose Flüssigkeiten und Substanzen mit
10 schlammartiger Konsistenz pumpen.

Fest-weiche kolloidale Dispersionen aus wasserführenden Sprengmitteln, wie Wassergelle oder explosive Aufschlammungen oder emulsionsähnliche Sprengmittel, sind heutzutage in Form von durchmesserkleinen Hülsen erhältlich.
15 Die Hülse, die häufig auch als "Dübel"-Hülse bezeichnet wird, ist ein Rohr aus einer Kunststofffolie, das mit dem Sprengmittel gefüllt ist, wobei beide Enden des Rohrs zusammengeführt und verschlossen sind, beispielsweise mit
20 Hilfe von metallischen Schließbändern, die um die zusammengeführten Teile gelegt sind.

Eine Maschine, die solche Dübelpackungen kontinuierlich herstellen kann, ist in der US-PS 2 831 302 beschrieben.
25 Die Herstellung von in Kammern unterteilten Dübel-Pakungen, wie jene, die in harzverankerten Gesteinsbolzen-Schichtstützsystemen verwendet werden, ist in der US-PS 3 795 801 beschrieben. Diese Packungsmaschinen sind als "Form/Füll"-Maschinen bekannt und sie bilden kontinuierlich aus einer Folienbahn ein- und zweikammige Rohre und füllen das Rohr gleichzeitig mit dem Erzeugnis. Auch verengen sie die Rohre an im Abstand liegenden Stellen und bringen die Verschlußbänder an der verengten Bereichen auf.
30

1

Die Leistungsfähigkeit der Pumpe, die zum Fördern des Erzeugnisses in das Rohr verwendet wird, beeinflußt in kritischer Weise das Ergebnis bei den fertiggestellten verpackten Erzeugnissen. Ohne nähere Ausführungen zu machen, muß die Pumpe eine genaue Zumessung bzw. Dosierung ermöglichen. Hierbei muß sie auch geeignet sein, um hoch viskose (z.B. mit 10 000 bis 5 000 000 cp) häufig abreißend wirkende Substanzen mit schlammartiger Konsistenz handzuhaben. Neben diesen Erfordernissen jedoch ist die Gleichförmigkeit der Strömungsgeschwindigkeit bzw. der Durchflußleistung von großer Bedeutung. Da die Vorgänge zur Bildung des Rohrs, zum Füllen desselben und zum Schließen desselben entsprechend synchron ausgeführt werden müssen, muß die Strömungsgeschwindigkeit des zu pumpenden Erzeugnisses konstant sein und gleich jener Geschwindigkeit sein, mit der das Rohr gebildet und durch die Packungsbildungsmaschine bewegt wird. Dann erhält man eine feste, gut brauchbare Packung. Wenn die Pumpgeschwindigkeit periodisch abfällt, sind die dann erhaltenen Packungen zu wenig gefüllt und schlaff. Wenn andererseits die Pumpengeschwindigkeit oder die Pumpenrate zu groß ist, können die Packungen brechen. Abweichungen bei der Strömungsgeschwindigkeit in der Größenordnung von 1 bis 2 % können zu Schwierigkeiten bei der Verwendung bei der Bildung der Packung führen.

Eine konstante Strömungsgeschwindigkeit bzw. eine konstante Durchflußleistung des gepumpten Erzeugnisses ist beim Pumpen von vielen Arten von Produkten neben wasserführenden Sprengmitteln und Schichtstützbolzen-Verankerungszusammensetzungen von Bedeutung. Hierbei werden auch Nahrungsmittel, Beton, Löschfluide für Öl- und Wasserquellen, Kohle/Wasseraufschlämungen, nukleare Abfallschlämme, Asphalt, Farben und gefüllte Epoxyharze eingeschlossen.

1

Viele Pumpen sind vorhanden, die ein gutes Zumeß- bzw. Dosiervermögen haben. Hierbei sind Zahnradpumpen, Kolbenpumpen und Schraubenpumpen eingeschlossen. Derartige Pumpen jedoch können im allgemeinen schlammartige Substanzen nicht gut handhaben, insbesondere wenn diese eine hohe Viskosität haben und abreibend wirken. Die ferner noch bekannten Membranpumpen, die zur Handhabung von schlammartigen Substanzen verwendet werden, haben alle den Nachteil, daß sie keine vollständige konstante Strömungsgeschwindigkeit bzw. Durchflußleistung liefern.

Die in der US-PS 2 419 993 beispielsweise beschriebene Pumpe enthält zwei Kammern, die jeweils eine flexible Membran enthalten, die diese in zwei Abteilungen unterteilt, von denen die eine das Förderfluid (das zu pumpende Fluid) und die andere das Arbeitsfluid enthält. Da jedoch die Ventile in den Arbeitsfluidleitungen gleichzeitig umgeschaltet werden, führen die Kompressibilität der Fluide, die Expansion der Gehäuse und die Bewegung der vorgesehenen Rückschlagventile zu einer Pulsierung des Förderflüssigkeitsstromes bei der Umschaltung von einer Membran auf die andere. Daher treten pro jedem Arbeitsspiel zwei Impulse bei der Strömung auf. Ähnliches ergibt sich auch bei der Membranpumpe, die in der US-PS 2 646 000 beschrieben ist, und die vier Membranen vor sieht. Ein Druckimpuls wird hierbei jedesmal erzeugt, wenn jedes Paar von Membranen in ihrer Bewegungsrichtung umgekehrt wird. Dies führt in Verbindung mit der Wirkung der Rückschlagventile zu einem pulsierenden Strom.

Die Doppelmembranpumpe, die in der US-PS 2 667 129 gezeigt ist, kann ebenfalls keine konstante Strömungsgeschwindigkeit bzw. Durchflußleistung erreichen und zwar infolge der Rückschlagventile und der mechanischen Ver-

1

bindung der Membranen. Das Pumpen stoppt plötzlich, wenn die Bewegungsrichtung umgekehrt wird. Die Schlammpumpe der Membranbauart, die in der US-PS 2 703 055 beschrieben und gezeigt ist, hat ebenfalls nicht das Leistungsvermögen einer konstanten Durchflußleistung, da Rückschlagventile vorgesehen sind, die Fluide eine Kompressibilität besitzen, die Gehäuseexpansion berücksichtigt werden muß und eine gleichzeitige Umschaltung von einem zum anderen Gehäuse erfolgt. Die Änderung im Innenvolumen beim Umschalten der Ventile in der Pumpe, die in der US-PS 3 320 901 beschrieben ist, verhindert die Erreichung einer konstanten Strömungsgeschwindigkeit bzw. einer konstanten Durchflußleistung beim Umschalten von einem Zylinder auf den anderen.

Andere Schlammpumpen betreffende Patente enthalten auch solche Pumpen, die ein oder mehrere der oben beschriebenen Nachteile aufweisen, wie z.B. die US-PS'en 3 637 328, 20 3 951 572 und 4 321 016.

Die Schwierigkeit im Zusammenhang mit dem pulsierenden Strom, der bei den vorstehend beschriebenen Pumpen auftritt, läßt sich dadurch abschwächen, daß man drei oder 25 mehr Pumpenkammern verwendet. Hierdurch wird jedoch eine solche Pumpe äußerst kompliziert und teuer. Ferner sind die in diesen Pumpen verwendeten Ventile üblicherweise als Rückschlagventile bezeichnet, die den Gegenfluidstrom absperren und daher Energie dem Fluid entziehen. Hierdurch ändert sich die Strömungsgeschwindigkeit 30 momentan. Ferner fällt die Strömungsgeschwindigkeit während jeder Umschaltung von einer Kammer auf die andere infolge der Kompressibilität des Fluids und der Expansion des Membrangehäuses ab. Dieser Strömungsgeschwindigkeitsabfall kann beträchtlich sein, insbesondere dann,

1

wenn der zu pumpende Schlamm eingeschlossenes Wasser (wie beispielsweise bei schlammartigen, explosiven Stoffen) enthält, oder wenn die Drücke sehr hoch sind.

5

Die Erfindung gibt eine Weiterentwicklung einer Doppelgeräte- bzw. Doppeleinheiten-Pumpe (beispielsweise einer Rollmembran-Kolbenpumpe) an, bei der jede Einheit ein Gehäuse hat, das durch eine Dichtungseinrichtung (beispielsweise einem gleitbeweglichen Kolben und einer daran angebrachten Rollmembran) in eine Arbeits- (Treib)- flüssigkeitskammer mit variablem Volumen und eine komplementäre Förderflüssigkeits- (Produkt)-kammer mit variablem Volumen unterteilt wird, und bei der die Ausgabe des Erzeugnisses alternierend von einem zum anderen Gehäuse umgeschaltet wird. Die Weiterentwicklung nach der Erfindung zeichnet sich aus durch:

(a) eine Einrichtung zum Regeln des Stroms der Flüssigkeiten zu und von den Kammern derart, daß die Förderflüssigkeit einem der Gehäuse zugeführt wird und die Arbeitsflüssigkeit ausgetragen wird (Füllzyklus), während die Arbeitsflüssigkeit zugeleitet und die Förderflüssigkeit von der anderen Einheit ausgegeben wird (Förderzyklus) und zwar mit Geschwindigkeiten bzw. Förderleistungen, die derart sind, daß der Füllzyklus in einem Gehäuse beendet ist, bevor der Austragszyklus im anderen beendet ist, wobei die Stromregeleinrichtung derart beschaffen und ausgelegt ist, daß sie derart betätigbar ist, daß sie alternierend den Strom der Förder- und Arbeitsflüssigkeiten zu und von den Gehäusen von einem Gehäuse zum anderen umschaltet, ohne daß eine wesentliche Volumenänderung in den Flüssigkeitseinlaß- und -auslaßleitungen auftritt,

35

1

(b) eine Ermittlungseinrichtung, wie ein Differentialdruckventil, zur Erfassung einer Flüssigkeitsdruckdifferenz in den beiden Gehäusen am Ende des Füllzyklus,
5 und

10

(c) eine Einrichtung zum Ausgleichen des Flüssigkeitsdrucks in den beiden Gehäusen, die in Abhängigkeit von der Druckdifferenz aktivierbar ist, die durch die Ermittlungseinrichtung erfaßt wird, wobei die Ausgleichseinrichtung derart beschaffen und ausgelegt ist, daß der Druckausgleich beendet ist, bevor die Flüssigkeitsstromregeleinrichtungen aktiviert werden, um den Strom der Förder- und Arbeitsflüssigkeiten zu und von den Gehäusen von einem Gehäuse zum anderen umzuschalten, und wobei die Schaltung derart ausgeführt wird, daß keine Änderung in der Durchflußleistung bzw. der Strömungsgeschwindigkeit auftritt.

15

20

Die vorliegende Pumpe weist auf:

25

30

35

(a) zwei Pumpeneinheiten, die zwei Druckbehälter, die derart beschaffen und ausgelegt sind, daß sie zusammenarbeiten, wobei jede Einheit aufweist (1) ein Gehäuse, das derart beschaffen und ausgelegt ist, daß es eine Arbeits- (oder Treib)-flüssigkeit, wie Öl oder Wasser, und eine Produktflüssigkeit oder einen zu pumpenden Schlamm, wie eine feststoffführende Harzmasse, die beispielsweise in der US-PS 4 280 943 beschrieben ist, und die zur Verankerung eines Verstärkungsbolzens in einer Öffnung einer Grubenanlagenschicht verwendet wird, einschließen kann, (2) eine Dichtungseinrichtung, die derart beschaffen und ausgelegt ist, daß sie das Gehäuse in eine Arbeitsflüssigkeitskammer mit variablem Volumen und eine komplementäre Förderflüssigkeitskammer mit

1

variablem Volumen beispielsweise mit Hilfe eines Kolbens unterteilt, der im Gehäuse gleitbeweglich ist, sowie mit einer Rollmembran, die am Umfang am Gehäuse angebracht ist und in der Mitte am Kolbenkopf befestigt ist, um eine flexible, reibungslose Dichtung zwischen den Arbeits- und Förderflüssigkeiten zu bilden, (3) Öffnungen in dem Gehäuse, zum Zuleiten der Arbeitsflüssigkeit zu und zum Ableiten der Arbeitsflüssigkeit von der Arbeitsflüssigkeitskammer, und (4) Öffnungen im Gehäuse zum Zuleiten der Förderflüssigkeit zu und zum Ableiten der Förderflüssigkeit von der Förderflüssigkeitskammer,

15 (b) eine Haupt-Arbeitsflüssigkeitseinlaßleitung, die in Verbindung steht mit (1) einer Öffnung in jedem Gehäuse, (2) einer Arbeitsfluidquelle, wie einem Vorratsbehälter, und (3) einer Einrichtung zum Fördern der Arbeitsflüssigkeit von dem Vorratsbehälter über die Einlaßleitung in einer konstanten Strömungsgeschwindigkeit bzw. einer konstanten Durchflußleistung,

20 (c) eine zweite Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung, die mit einer Öffnung in jedem Gehäuse und mit einer Arbeitsflüssigkeitsquelle in Verbindung steht, wie z.B. mit demselben Vorratsbehälter, der auch mit der Haupt-Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung in Verbindung steht,

25 (d) eine Arbeitsflüssigkeits-Auslaßleitung, die mit einer Öffnung in jedem Gehäuse in Verbindung steht,

30 (e) Förderflüssigkeits-Einlaß- und -auslaßleitungen, die mit Öffnungen in jedem Gehäuse in Verbindung stehen,

35 (f) eine Einrichtung, wie ein Kugel-, Kegel- oder Dreh-scheren-Dichtungsventil in den Arbeitsflüssigkeits- und Förderflüssigkeits-Einlaß- und -auslaßleitungen zum Re-

1

geln des Stroms der Flüssigkeiten zu und von den Kammern
derart, daß die Förderflüssigkeit einem der Gehäuse zu-
geleitet wird und die Arbeitsflüssigkeit ausgegeben wird
5 (Füllzyklus), während die Arbeitsflüssigkeit dem anderen
Gehäuse zugeleitet und die Förderflüssigkeit aus dem an-
deren ausgeleitet wird (Förderzyklus) und zwar mit Ge-
schwindigkeiten derart, daß der Füllzyklus in einem Ge-
häuse beendet ist, bevor der Ausgabe- bzw. Förderzyklus
10 im anderen beendet ist, wobei die Stromregeleinrichtung
derart beschaffen und ausgelegt ist, daß sie in der Form
aktivierbar ist, daß sie alternierend den Strom der För-
der- und Arbeitsflüssigkeiten zu und von den Gehäusen
von einem Gehäuse zum anderen ohne eine nennenswerte
15 Volumenänderung in den Flüssigkeitseinlaß- und -auslaß-
leitungen umschaltet,

(g) eine Ermittlungseinrichtung in den Arbeitsflüssig-
keits-Einlaßleitungen zum Erfassen einer Flüssigkeits-
druckdifferenz in den beiden Gehäusen am Ende des Füll-
zyklus, und

(h) eine Einrichtung, wie ein Ventil, in der zweiten Ar-
beitsflüssigkeitseinlaßleitung, um den Flüssigkeitsdruck
25 in den beiden Gehäusen auszugleichen, wobei diese Ein-
richtung in Abhängigkeit von der Ermittlung der Druck-
differenz durch die Ermittlungseinrichtung betätigbar
ist und wobei die Ausgleichseinrichtung derart bescha-
fen und ausgelegt ist, daß der Druckausgleich beendet
30 ist, bevor die Flüssigkeitsstromregeleinrichtung betätigt
wird, um den Strom der Förder- und Arbeitsflüssigkeiten
zu und von den Gehäusen von einem Gehäuse zum anderen um-
zuschalten.

1

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Pumpe eine Membrankolbenpumpe und die Membrane in jedem Gehäuse ist eine Rolldichtungs-Membrane, die am Umfang des Gehäuses angebracht und im Mittelteil am Kolbenkopf derart angebracht ist, daß sie eine flexible, reibungslose Dichtung bildet, so daß die Pumpe zur Verwendung mit abreibend wirkenden schlammartigen Substanzen geeignet ist.

10

Die Erfindung wird nachstehend an einem Beispiel unter Bezugnahme auf die beigegebene Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

15

Figuren 1 bis 6 schematische Ansichten einer Pumpe nach der Erfindung, wobei die Positionen und Stellungen ihrer verschiedenen Bauteile während einer vollständigen Arbeitsfolge gezeigt sind, und wobei ausgegangen wird von einem ersten Gerät bzw. einer ersten Einheit in der Betriebsart zum Austragen der Förderflüssigkeit (Figuren 1, 2 und 3), dann die Vorbereitung zur Umschaltung auf das zweite Gerät bzw. die zweite Einheit (Figuren 2 und 3) erfolgt, sich dann die Betriebsart des zweiten Geräts zum Austragen der Förderflüssigkeit anschließt (Figuren 4, 5 und 6) und dann die Vorbereitungen zum Zurückschalten auf das erste Gerät getroffen werden, um Förderflüssigkeit auszutragen (Figuren 5 und 6).

20

25

30

35

In Figur 1 ist eine erste Pumpeneinheit bzw. ein erstes Pumpengerät, das mit A bezeichnet ist, gezeigt, welche aus einem zylindrischen metallischen Gehäuse besteht, das in zwei Teilen 1a und 1b ausgebildet ist, die durch eine

1

Spannverbindung 2 zusammengehalten sind. Ein Kolben, der einen Kopf 3 und eine Stange 4 hat, ist gleitbeweglich im Gehäuse angeordnet. Eine Rollmembran der Bauform, die in den US-PS'en 3 137 215 und 3 373 236 sowie in der Schrift D-211-5, Design Manual 5/78/10M, herausgegeben von Bellofram Corporation, beschrieben ist, ist in der Zeichnung mit 5 bezeichnet. Die Membrane 5 ist aus einem Material hergestellt, das im wesentlichen eine Schicht aus einem speziellen Webstoff ist, der mit einer dünnen Elastomerschicht imprägniert ist. Das Material hat die Form eines oberen Hutes, dessen äußerer Flansch zwischen den Teilen 1a und 1b am Gehäuse an der Stelle 2 eingespannt ist und dessen Mittelteil fest mit dem Kolbenkopf 3 auf irgendeine übliche Weise (nicht gezeigt) verbunden ist. Die Membrane ist auf sich selbst gefaltet, wenn sie eingebaut ist, so daß sie während des Kolbenhubes abwechselnd auf dem Kolbenrand und der Gehäusewand sich auf- und abrollt.

20

Die Pumpe enthält auch eine zweite Pumpeneinheit bzw. ein zweites Pumpengerät, das mit B bezeichnet ist, wobei diese zweite Pumpeneinheit genau gleich wie die Einheit A ausgebildet ist. Die Bauteile 6a, 6b, 7, 8, 9 und 10 in der Einheit B entsprechen den Bauteilen 1a, 1b, 2, 3, 4 und 5 jeweils in der Einheit A. An den Stangen 4 und 9 sind Betätigungsseinrichtungen 11 und 12 jeweils angebracht, die eine Positionsüberwachung der Membranen 5 und 10 jeweils ermöglichen. Dichtungen 13 und 14 verhindern, daß Flüssigkeit um die Stangen 4 und 9 jeweils austritt.

Die Membranen 5 und 10 bilden eine flexible, reibungslose Dichtung zwischen der Förderflüssigkeit DL (zu pumpendes Erzeugnis) und der Arbeitsflüssigkeit WL und

1

sie unterteilen daher das Gehäuse in eine den Kolben enthaltende Arbeitsfluid-Kammer mit variablem Volumen und eine komplementäre Förderflüssigkeits-Kammer mit variablem Volumen. Die Förderflüssigkeit wird den Einheiten A und B bei niederm Druck, beispielsweise etwa 135 bis 450 kPa über eine gemeinsame Einlaßleitung 15 zugeleitet, die mit den Förderflüssigkeits-Einlaßöffnungen 16 und 17 in den Gehäuseteilen 1a und 6a jeweils in Verbindung steht. In der Zeichnung bedeutet DL, gezeigt durch schräg verlaufende parallele Linien, den niederen Druck DL, während DL, dargestellt durch eine Gruppe von parallelen Linien, rechtwinklig zu einer weiteren Gruppe von parallelen Linien den Hochdruck DL darstellt. WL, dargestellt durch horizontale parallele gebrochene Linien, bedeutet den niederen Druck WL und WL, dargestellt durch horizontale fluchtende Linien, mit einem Plus-Zeichen den Hochdruck WL bedeutet.

20 Die Leitung 15 ist mit einem Paar von Ventilen C und D versehen, die die Einrichtungen zum Regeln des Flusses von DL zu den DL-Kammern bilden. Die Ventile C und D sind derart beschaffen, daß sie beim Öffnen oder Schließen keine Volumenänderung bewirken, wie bei Kugelventilen, Kegelventilen, Drehscherenventilen oder dergleichen. In der ersten, in Figur 1 gezeigten Stufe ist das Ventil C geschlossen und das Ventil D offen. Die Förderflüssigkeit, wie ein Brei, kann zur Leitung 15 gefördert werden, gegebenenfalls mit Hilfe einer pulsierenden Membranpumpe, wie einer Wilden-Pumpe oder dergleichen. Die Förderflüssigkeit wird von den Einheiten A und B über eine DL-Auslaßleitung 21 ausgegeben, die mit den DL-Auslaßöffnungen 22 und 23 in den Gehäuseteilen 1a und 6a jeweils in Verbindung steht. Die Leitung 21 ist mit einem Paar von Ventilen E und F versehen, die derart beschaffen sind, daß sie beim Öffnen oder Schließen keine Volumen-

1

änderung bewirken. In der ersten Stufe ist das Ventil E offen und das Ventil F geschlossen. Ventile in der Offen-Stellung sind mit einem Stern gekennzeichnet, während die geschlossenen Ventile mit zwei Sternen gekennzeichnet sind:

Arbeitsflüssigkeit wird den Einheiten A und B über eine gemeinsame Haupt-Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung 18 zugeleitet, die mit den Haupt-Arbeitsflüssigkeitseinlaßöffnungen in den Gehäuseteilen 1b und 6b jeweils in Verbindung steht. Die Leitung 18 ist mit einem Paar von Ventilen G und H versehen, die derart beschaffen sind, daß sie hinsichtlich ihrer Funktion den Ventilen C, D, E und F ähnlich sind. In der ersten Stufe ist das Ventil G offen und das Ventil H geschlossen. Arbeitsflüssigkeit wird von den Einheiten A und B über Arbeitsflüssigkeits-Auslaßleitungen 19 und 20 abgegeben, die jeweils in Verbindung mit einer Arbeitsflüssigkeits-Auslaßöffnung im Gehäuseteil 1b und 6b jeweils sind. Die Leitungen 19 und 20 sind mit Ventilen L und M jeweils versehen. In der ersten Stufe ist das Ventil L geschlossen und das Ventil M offen.

Die Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung 18 und die Auslaßleitungen 19 und 20 stehen in Verbindung mit einem Arbeitsflüssigkeits-Vorratsbehälter 24. Eine konstant fördernde Pumpe 25 pumpt Flüssigkeit vom Vorratsbehälter 24 in die Leitung 18 über einen Durchflußmesser 26 und in die Gehäuseteile 1a oder 6a oder beide, was von der Stellung der Ventile G und H abhängig ist.

Die Pumpe nach der Erfindung hat eine zweite Arbeitsflüssigkeits-Einlaßleitung 27, die mit zweiten Arbeitsflüssigkeits-Einlaßöffnungen in den Gehäuseteilen 1b und 6b jeweils und auch mit dem Vorratsbehälter 24 in

1

Verbindung steht. Die Leitung 27 ist mit einem Paar von Rückschlagventilen J und K versehen. Die Leitung 27 saugt Arbeitsflüssigkeit von der Leitung 18, wie gezeigt, an und pumpt diese zu den Gehäuseteilen 1b und/oder 6b intermittierend gegebenenfalls mit Hilfe einer regelbaren Förderpumpe 29. Die Aktivierung der Pumpe 29 wird nachstehend beschrieben.

- 10 In der ersten Stufe (Figur 1) befindet sich die Pumpeneinheit A in ihrem Pump- oder Austragszyklus, während die Einheit B sich in ihrem Füllzyklus befindet. Die Ventile E, G, D und M sind offen und die Ventile F, H, C und L sind geschlossen. Die Arbeitsflüssigkeit wird (mit Hilfe der Pumpe 25) in den Gehäuseteil 1b gepumpt. Durch Bewegung des Kolbens 3, 4 und der Membrane 5 verdrängt Hochdruck-Arbeitsfluid WL die Förderflüssigkeit DL, die in die Leitung 21 mit einer Durchflußmenge fließt, die etwa gleich der Durchflußmenge ist, mit der die Arbeitsflüssigkeit durch die Leitung 18 strömt. Die Drücke von WL und DL sind ebenfalls etwa gleich. Wenn sich die Membrane 5 nach oben bewegt, tritt Niederdruck-Förderflüssigkeit (die beispielsweise durch eine pulsierende Membranpumpe bereitgestellt wird), die in der Leitung 15 fließt, in den Gehäuseteil 6a ein und drückt die Membrane 10 nach unten, so daß Arbeitsflüssigkeit in die Auslaßleitung 20 und zurück zum Vorratsbehälter 24 gedrückt wird. Der Zufuhrdurchfluß der Niederdruck-Förderflüssigkeit wird derart eingeregelt, daß die Membrane 10 und der Kolben 8, 9 den unteren Totpunkt ihres Hubs erreichen, bevor die Membrane 5 und der Kolben 3, 4 den oberen-Totpunkt ihres Hubs erreichen. Der Grund hierfür liegt darin, Zeit für einen Druckausgleich zu gewinnen, wie dies nachstehend näher beschrieben wird.

1

In der zweiten Stufe (Figur 2) ist der Füllzyklus beendet und die Membrane 10 und die Kolben 8, 9 haben ihren unteren Totpunkt erreicht, wie dies durch die Position der Betätigungsseinrichtung 12 angedeutet ist. Ein Grenzschalter 30, der durch die Betätigungsseinrichtung 12 (eine Nocke) aktiviert worden ist, hat das Schließen der Ventile M und D und den Start der Pumpe 29 bewirkt. Die Ventile M und D können beispielsweise luftbetriebene oder elektrisch betätigte Kugel- oder Kegelventile sein. Die Pumpe 29 kann eine luftbetätigte Kolbenpumpe oder eine andere Pumpe sein, die geeignet ist, kleine Mengen an Arbeitsflüssigkeit bei einem Druck zu pumpen, der gleich jenem Druck ist, der von der Pumpe 25 geliefert wird.

Anders als die Pumpe 25 jedoch kann die Pumpe 29 einen pulsierenden Strom haben, da sie nur die Aufgabe hat, die Drücke auszugleichen. Flüssigkeitsdruckanzeigeeinrichtungen P_1 und P_2 , die in der Leitung 28, einer Abzweigung der Leitung 18, und in der Leitung 27 eingebaut sind, stehen in Verbindung mit einem Differentialdruckventil 32, wie einer Einrichtung mit schwimmendem Kolben, und einem magnetischen Sensor oder irgendeiner anderen Einrichtung, um zu bestimmen, wenn die Drücke einander gleich sind. Wenn sich beispielsweise in der zweiten Stufe zeigt, daß P_1 und P_2 ungleich sind, d.h. daß beispielsweise P_1 größer als P_2 ist, wird in diesem Zustand nach der Aktivierung des Grenzventils 30 bewirkt, daß das Ventil I sich öffnet und die Ventilpumpe 29 Arbeitsflüssigkeit über das Rückschlagventil K dem Gehäuseteil 6b zuführt. Das Rückschlagventil J ist geschlossen. Wenn P_2 gleich P_1 ist, schließt das Differentialdruckventil 32 das Ventil I und schaltet die Pumpe 29 ab. (Bemerkung: wenn Kugelventile anstelle der Rückschlagventile J und K vorgesehen sind, öffnet das Ventil K bei der Aktivierung des Grenzventils 30).

1

Bei der in Figur 2 gezeigten Anordnung bewegt sich der Kolben 3, 4 nach wie vor nach oben und das Gehäuse in der Einheit B wurde unter Druck gesetzt, um den Druck im Gehäuse der Einheit A auszugleichen. Die Einheit B ist nun in Bereitschaftsstellung, bis die Einheit A den oberen Totpunkt ihres Hubs erreicht.

10 In der dritten Stufe (Figur 3) hat die Membrane 5 nahezu die Grenzstellung ihres Hubs erreicht und die Nocke 11 hat das Grenzventil 31 aktiviert, so daß folgende Arbeitsfolge eingeleitet wird:

15 (1) Ventil H öffnet. Keine Arbeitsflüssigkeit strömt durch das Ventil H in den Gehäuseteil 6b zu diesem Zeitpunkt, da die Drücke in beiden Einheiten ausgeglichen sind.

20 (2) Ventil F öffnet. Es strömt kein Brei aus der Einheit B zu diesem Zeitpunkt, da die Drücke gleich sind.

25 (3) Ventil E schließt sich (Figur 4), nachdem das Ventil F sich geöffnet hat. Es ist noch zu bemerken, daß während des Schließens des Ventils E der Strom von DL allmählich von der Einheit A zur Einheit B verschoben wird und daß für eine kurze Zeitdauer (etwa 1 Sekunde) beide Einheiten in Wirklichkeit Förderflüssigkeit austragen (Figur 3). Die Fördergeschwindigkeit von DL beider Einheiten ist konstant. Da jedoch die Fördergeschwindigkeit immer gleich der Strömungsgeschwindigkeit der Arbeitsflüssigkeit sein muß, die mittels der Pumpe 25 zugeführt wird, ist diese Geschwindigkeit konstant.

30 (4) Ventil G schließt sich, nachdem das Ventil E geschlossen ist (Figur 4).

1

(5) Ventil L öffnet nur nachdem das Ventil G vollständig geschlossen ist (Figur 4).

5 (6) Ventil C öffnet (Figur 4) und Niederdruck-Förderflüssigkeit strömt in den Gehäuseteil 1a über die Leitung 15.

10 Als Ergebnis dieser vorstehend beschriebenen Arbeitsfolge stellt sich die Stufe 4 ein, die in Figur 4 gezeigt ist. Hierbei liefert die Einheit B Förderflüssigkeit mit konstanter Durchflußleistung und die Einheit A wird gefüllt. Die Ventile F, H, C und L sind offen und die Ventile E, G, D und M sind geschlossen.

15 In der Stufe 5 (Figur 5), die mit der Stufe 2 unter Umkehrung der Arbeitsweise der Einheiten vergleichbar ist, ist der Füllzyklus in der Einheit A nach der Beendigung dargestellt, und die Membrane 5 und die Kolben 3, 4 haben den unteren Punkt ihres Hubs erreicht, wie dies durch die Position der Betätigungsseinrichtung 11 dargestellt ist. Das Grenzventil 33, das durch die Betätigungsseinrichtung 11 (eine Nocke) betätigt worden ist, hat bewirkt, daß die Ventile L und C (Stoppen des Austritts der Arbeitsflüssigkeit aus der Einheit A und Stoppen des Förderflüssigkeitsstromes in dem Gehäuseteil 1b) geschlossen sind und die Pumpe 29 in Betrieb gesetzt ist. Das Ventil I hat sich geöffnet und die Pumpe 29 hat die Arbeitsflüssigkeit durch das Rückschlagventil J dem Gehäuseteil 1b zugeführt. Das Rückschlagventil K ist geschlossen. Wenn P_1 gleich P_2 ist, schließt das Differentialdruckventil 32 das Ventil I und schaltet die Pumpe 29 ab. Zu dem in Figur 5 gezeigten Zeitpunkt wegen sich die Kolben 8, 9 immer noch nach oben und das Gehäuse in der Einheit A ist unter Druck gesetzt, um den

1

Druck im Gehäuse in der Einheit B auszugleichen. Die Einheit A ist nun in Bereitschaftsstellung, bis die Einheit B den oberen Punkt ihres Hubs erreicht.

5

In der Stufe 6 (Figur 6) hat die Membrane 10 nahezu die Grenzstellung ihres Hubs erreicht und die Nocke 12 hat das Grenzventil 34 betätigt, um folgende Arbeitsfolge einzuleiten:

10

(1) das Ventil G öffnet. Keine Arbeitsflüssigkeit strömt in den Gehäuseteil 1b, da die Drücke in beiden Einheiten ausgeglichen sind.

15

(2) Das Ventil E öffnet. Keine Förderflüssigkeit strömt von der Einheit A ab, da die Drücke gleich sind.

20

(3) Das Ventil F schließt (Figur 1), nachdem sich das Ventil E geöffnet hat. Es ist zu erwähnen, daß beim Schließen des Ventils F der Strom der Förderflüssigkeit allmählich von der Einheit B zur Einheit A verdrängt wird, so daß für einen kurzen Zeitraum (etwa 1 Sekunde) beide Einheiten in Wirklichkeit Förderflüssigkeit abgeben (Figur 6). Die Fördergeschwindigkeit von DL von beiden Einheiten ist konstant. Da jedoch die Abgabegeschwindigkeit immer gleich der Durchflußleistung der Arbeitsflüssigkeit sein muß, die mittels der Pumpe 25 zugeführt wird, ist diese Geschwindigkeit konstant.

25

30

(4) Das Ventil H schließt, nachdem das Ventil F geschlossen ist (Figur 1).

35

(5) Das Ventil M öffnet nur, nachdem das Ventil H vollständig geschlossen ist (Figur 1).

1

Das Ventil D öffnet (Figur 1) und die Niederdruckförderflüssigkeit strömt in den Gehäuseteil 6a über die Leitung 15.

5

Als Ergebnis dieser vorstehend beschriebenen Arbeitsfolge stellt sich die Stufe 1 ein, die in Figur 1 gezeigt ist, wobei die Einheit A Förderflüssigkeit mit konstanter Durchflußleistung liefert und die Einheit B gefüllt wird.

10

Wie sich aus der vorstehenden Beschreibung ergibt, erhält man bei der vorstehend beschriebenen Pumpe eine konstante Durchflußleistung dadurch, daß eine Arbeitsflüssigkeit durch eine konstant fördernde Förderpumpe alternierend an die beiden Gehäuseeinheiten abgegeben wird und die Drücke in den beiden Einheiten ausgeglichen werden, bevor das Pumpenarbeitsspiel von der einen Einheit auf die andere umgeschaltet wird. Eine Energiequelle außerhalb der Arbeitsflüssigkeit selbst, wie eine Pumpe in einer Hilfs- oder zweiten Arbeitsflüssigkeitsleitung, wird verwendet, um den Druck auszugleichen.

15

Hierdurch werden die Kompressibilität der zu pumpenden Flüssigkeit und die Elastizität des Gehäuses kompensiert. Die zur Steuerung des Flüssigkeitsstroms verwendeten Ventile sind derart beschaffen, daß sie das Volumen bei der Betätigung nicht ändern und die Folge der Ventilbetätigung ist derart gewählt, daß eine konstante Durchflußleistung aufrechterhalten wird. Der Differentialdruck an den Ventilen ist immer etwa Null während des Schließens oder Öffnens, wobei die Ventile in den Arbeitsflüssigkeits-Auslaßleitungen ausgenommen sind.

20

30 35 Die Bezeichnung "Förderflüssigkeit", die in der Beschreibung verwendet wird, bezieht sich auf das Erzeugnis, das

1

durch die Pumpe nach der Erfindung gepumpt wird und hierunter sind sämtliche flüssige Stoffe zu verstehen, die einen großen Viskositätsbereich, beispielsweise von 1 bis 5 000 000 cP haben, wenn die Pumpe eine Pumpe der Membranbauart ist. Auch sind hierunter Feststoffe enthaltende Flüssigkeiten, wie Substanzen mit breiartiger Konsistenz zu verstehen. Die "Förderflüssigkeit" kann auch eine abreißend wirkende Substanz mit breiartiger Konsistenz sein, wobei bei diesem Anwendungsfall jede Einheit vorzugsweise eine Roll-Dichtungsmembran-Kolbenpumpe ist.

15

20

25

30

35

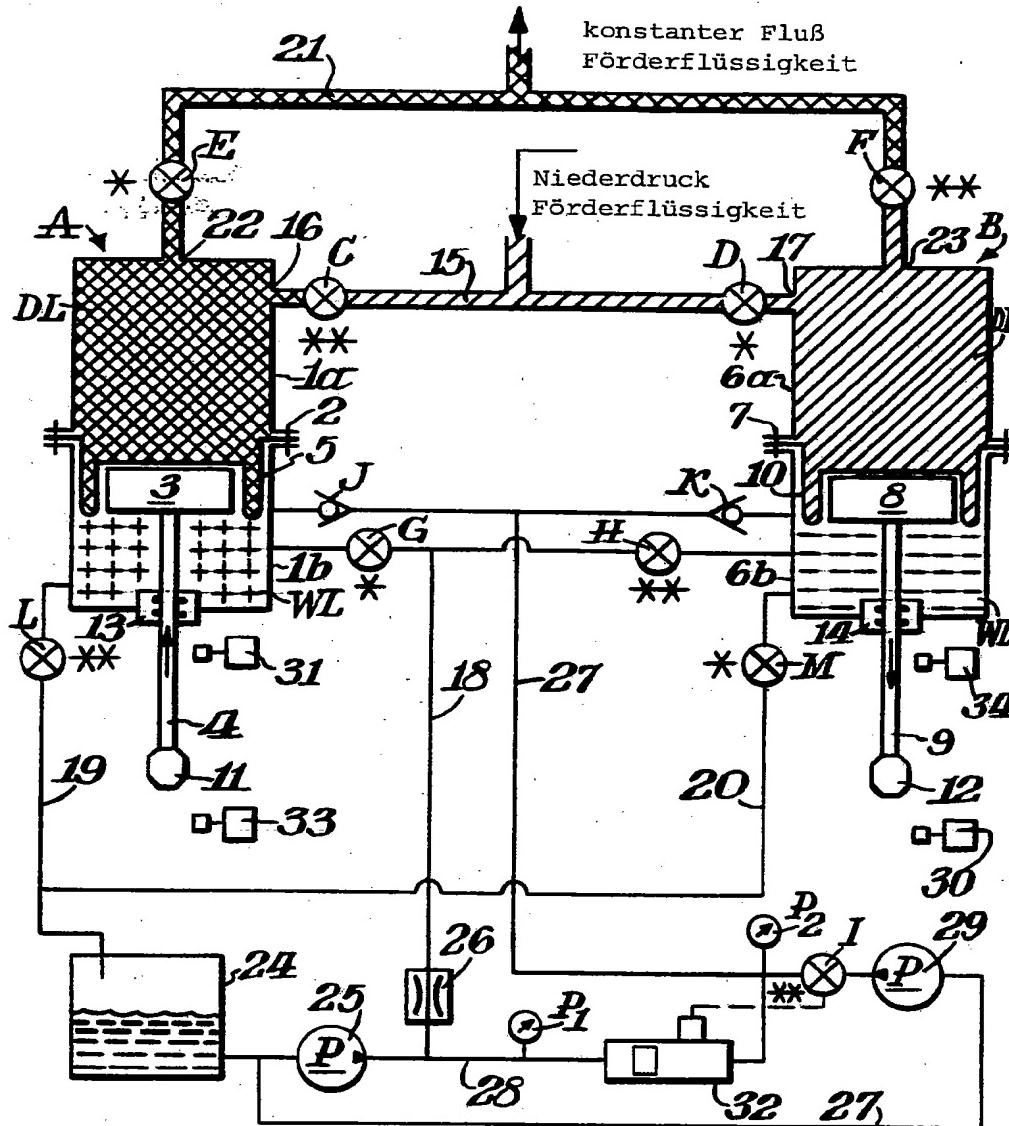


Fig. 1.

Angaben zu den Figs. 1-6

- [Hatched box] Hochdruck-Förderflüssigkeit
- [Cross-hatched box] Niederdruck- Förderflüssigkeit
- [Dashed box] Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit
- [Dotted box] Niederdruck-Arbeitsflüssigkeit
- * Ventil offen
- ** Ventil geschlossen

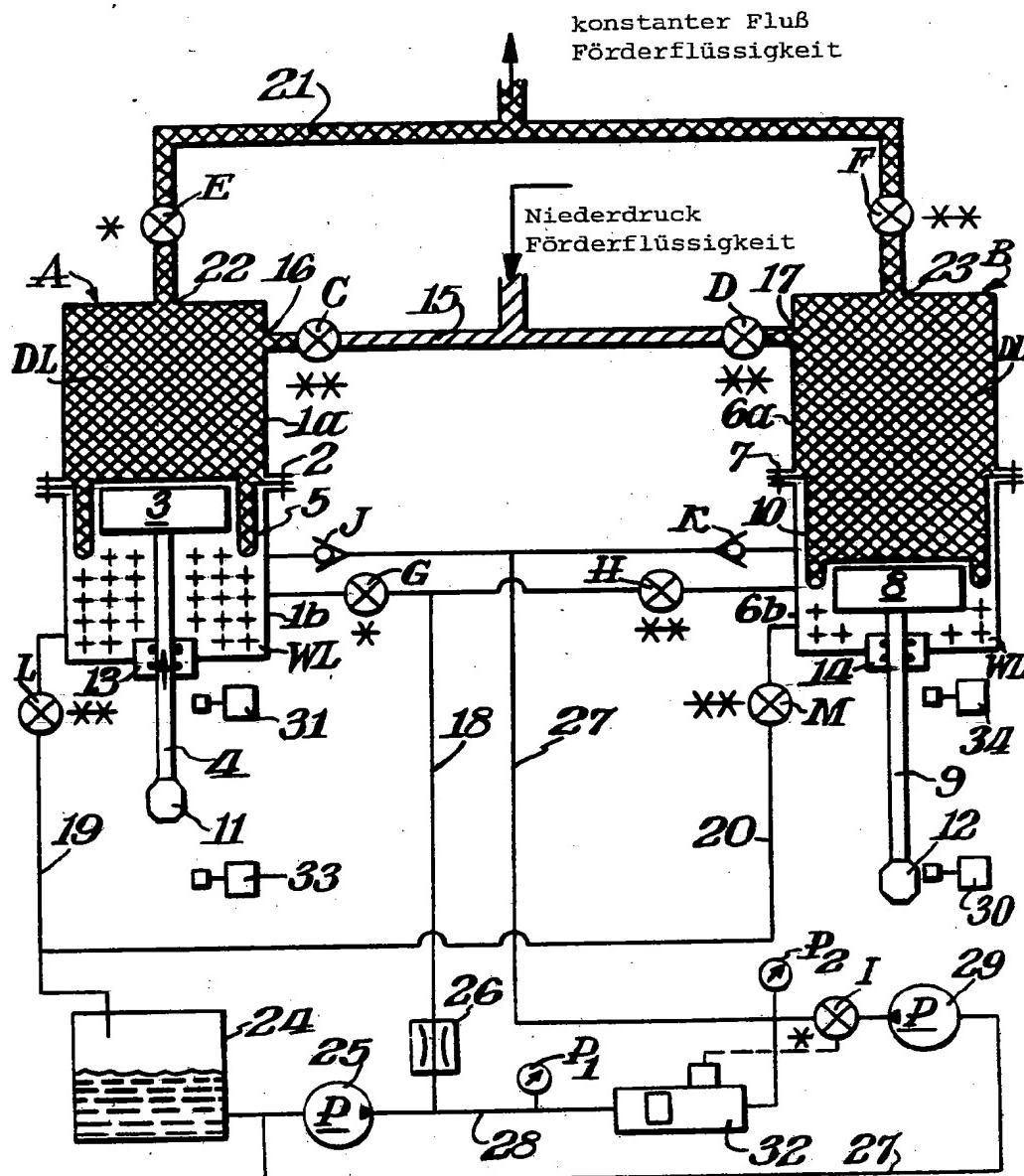
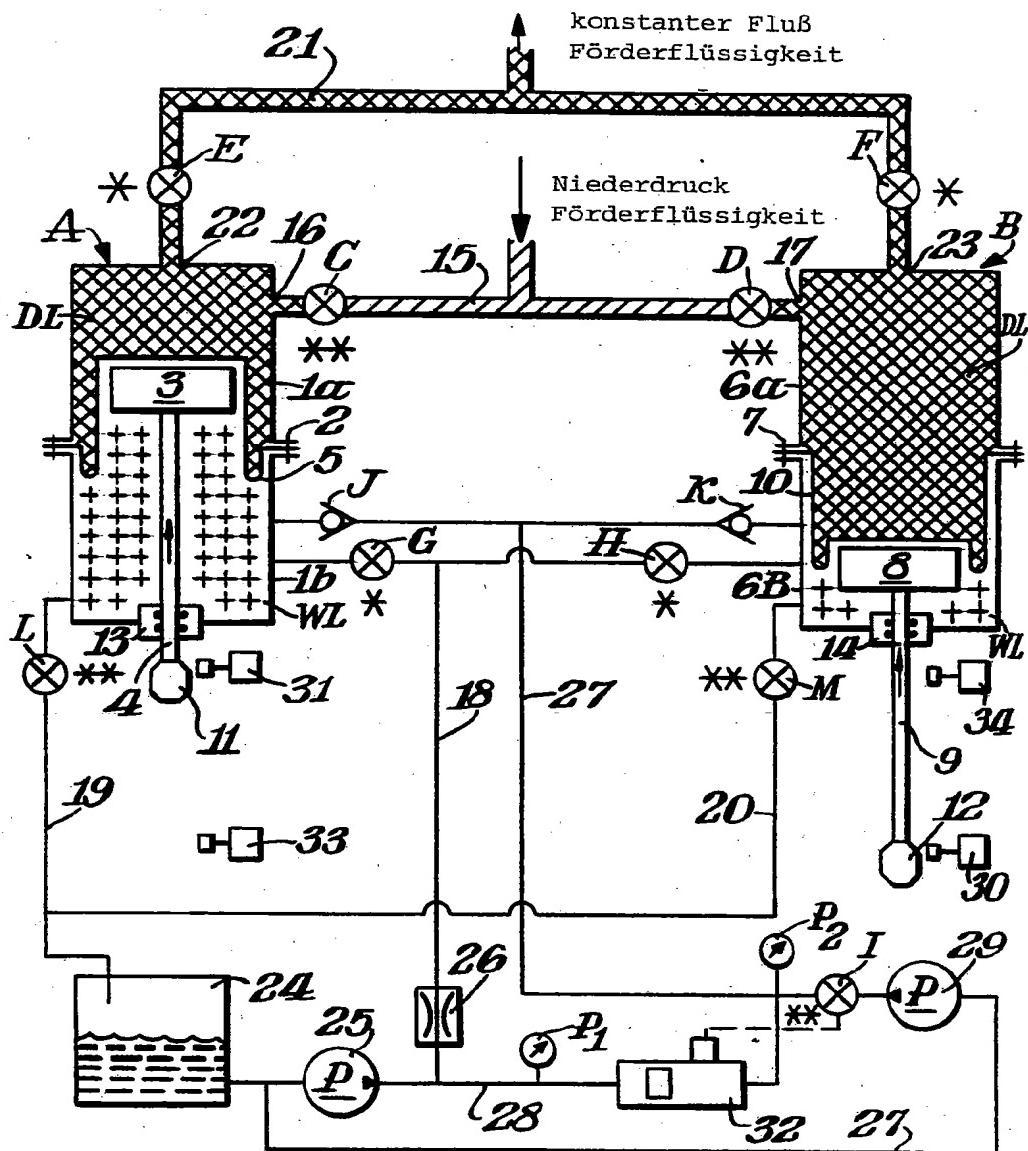
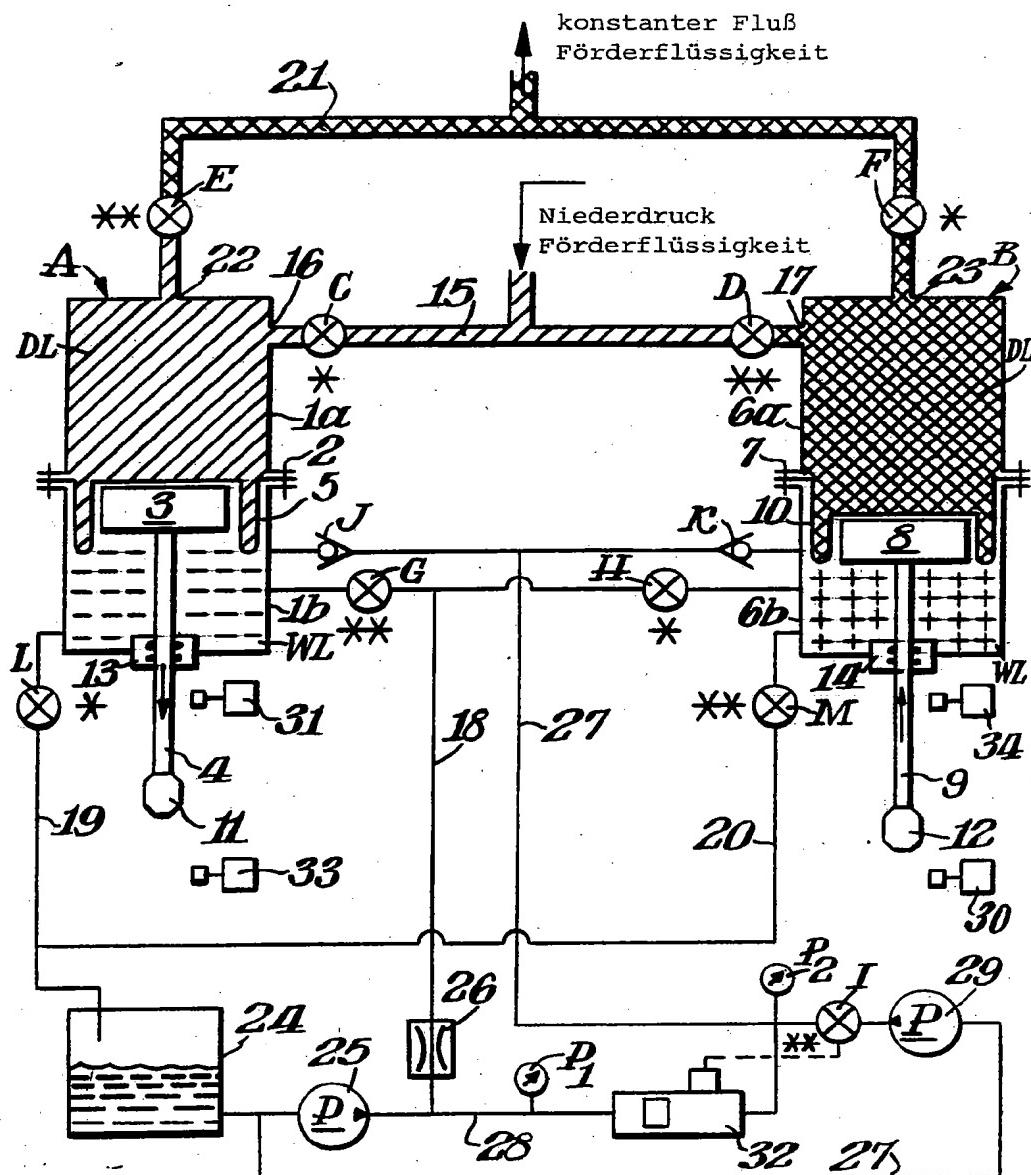


Fig. 2.





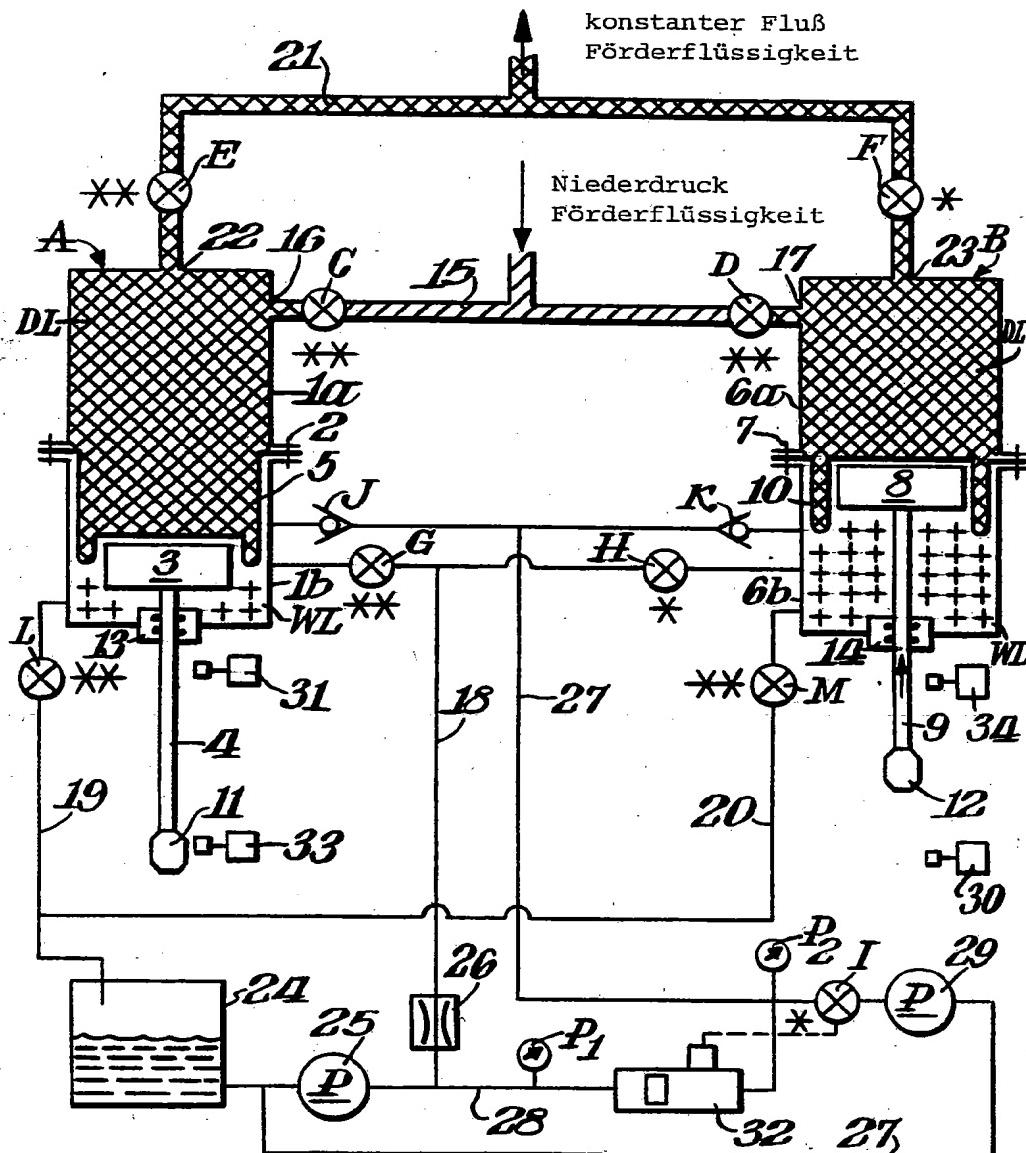


Fig. 5.

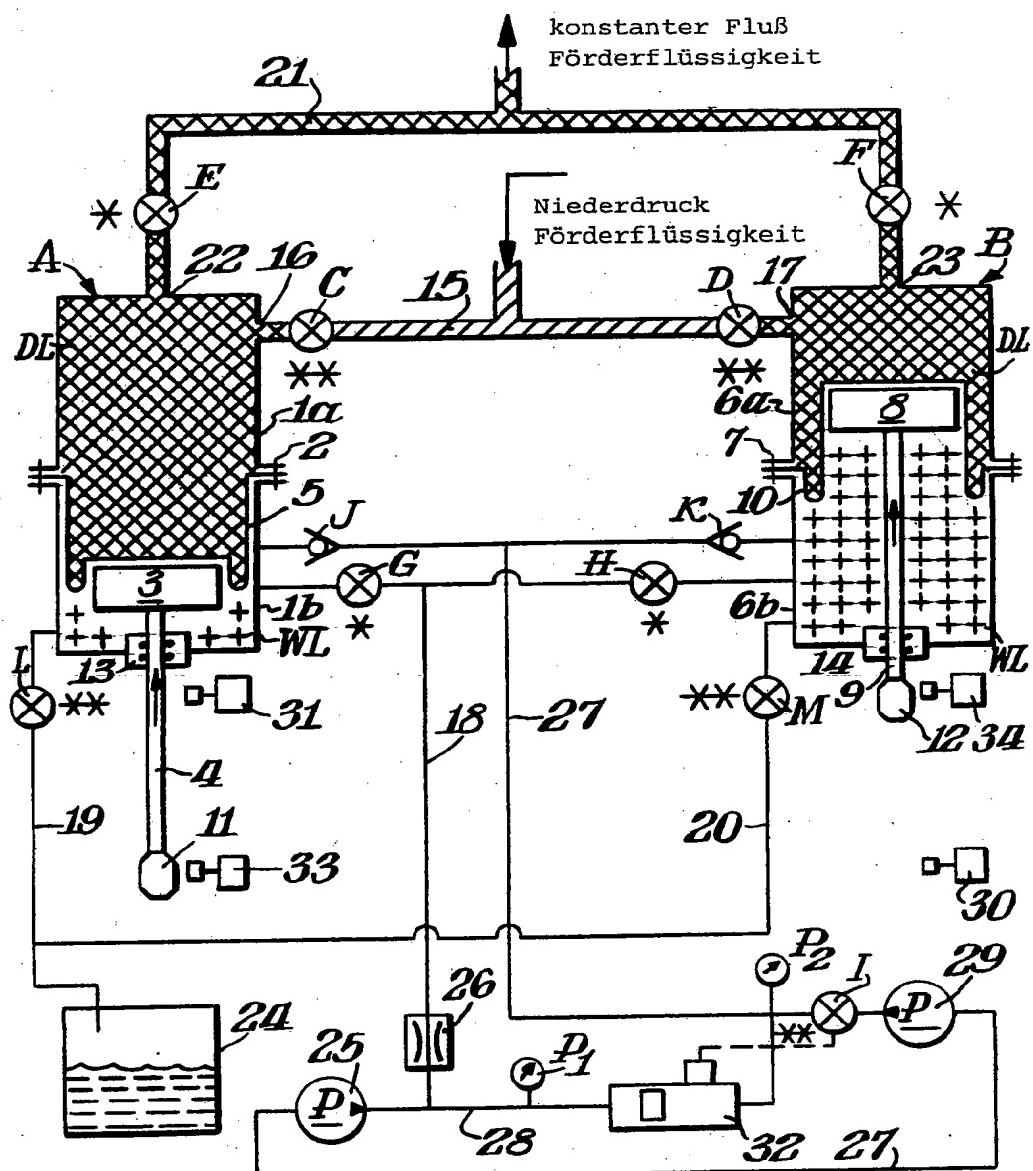


Fig. 6.